

氏 名	加 藤 一 徳
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 4560 号
学位授与年月日	平成 16 年 9 月 30 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当者
学 位 論 文 名	Preparation of Novel Materials from Wool Keratins and Their Characterization (羊毛ケラチン由来の新規材料の調製と性状解析)
論文審査委員	主 査 教 授 山 内 清 副主査 教 授 玉 垣 誠 三 副主査 教 授 井 上 英 夫

論 文 内 容 の 要 旨

羊毛は毛織物などに加工され繊維産業を支える重要な素材の一つである。また、羊毛の主要成分である繊維状タンパク質「ケラチン」は、有害な化学物質に対する高い吸着性などから、様々な産業分野への利用が期待されている。近年、羊毛からケラチンを抽出する方法が開発され、ケラチンをバイオマテリアルとして応用するための研究も始まっている。本論文は、ケラチンからなる新規材料の開発を目的に、羊毛から抽出後スプレードライヤー乾燥したケラチン粉末から、繊維、フィルム、スポンジを調製し、それらの諸性状を調べた結果をまとめたものである。

第 1 章では、湿式紡糸法によってケラチン - ポリビニルアルコール (PVA) 繊維を作製し、繊維の強度やホルムアルデヒドなどに対する吸着性など諸性状を検討した結果を述べた。ケラチン含有率 30 % 以下において、羊毛に比べて強度の高い繊維が得られた。さらに約 200 で熱処理すると、水中(60)におけるケラチン - PVA 繊維の収縮率は、PVA 繊維と比較して著しく低下し耐水性が向上した。示差熱分析の結果から、熱処理によりケラチンのジスルフィド架橋結合が形成されたことが示唆された。また、ケラチン - PVA 繊維は、PVA 繊維と比較して、ホルムアルデヒドや銀に対する吸着性が極めて高いことがわかった。

第 2 章では、ケラチン粉末の高温圧縮成型によるフィルムへの成型を試みた結果について述べた。一般にタンパク質は融点など明瞭な熱転移を示さないため、フィルムなどへの成型が困難である。事実、ケラチン粉末を 120 で圧縮成型しても粉末状のままであった。ケラチン粉末の DSC 測定の結果から、水分率の増加に伴ってケラチンのガラス転移温度(T_g)が著しく低下することがわかった。そこで、ケラチン粉末に水を添加し圧縮成型したところ、均一透明なフィルムが得られた。フィルムは水に溶解せず、ほとんど膨潤もしなかった。この優れた耐水性はケラチンがジスルフィド結合により架橋されているためだと考えられた。また、L929 繊維芽細胞がフィルム上に接着そして増殖したことから、ケラチンフィルムは良好な細胞培養基質であることがわかった。

第 3 章では、第 2 章の圧縮成型法を基にした新規な方法により、ケラチンスポンジの作製を行なった結果について述べた。ケラチン水溶液を凍結乾燥して作製されるケラチンスポンジの細孔径は 100 μm 以下で小さい。一般的に、細胞培養用足場材料(Scaffold)などには、数十 ~ 500 μm 程度の細孔径を持つスポンジが必要とされる。そこで、細孔径を数十 ~ 500 μm の範囲で制御するため、NaCl を細孔の鋳型とする新規なスポンジ作製方法を試みた。まず、タンパク質の変性剤である尿素、並びに NaCl をケラチンに加えた後、尿素の融点以上で圧縮成型した。そして、水中で尿素と NaCl を溶出した。その結果、弾力性に富むケラチンスポンジが得られた。SEM 写真から、ケラチンはスポンジの骨格を形成し、その細孔径は NaCl の粒子径とほぼ一致し、NaCl の粒子径を変えることにより細孔径 100-300 μm 、300-500 μm のスポンジを作製できた。このように、本方法は汎用的な凍

結乾燥法では不可能であった自在な細孔径の制御を可能とし、細胞足場用スポンジ作製方法として有効であることが実証された。

論文審査の結果の要旨

本論文は、羊毛ケラチンをバイオマテリアルなどとして産業分野へ応用することをめざし、羊毛から抽出後噴霧乾燥したケラチン粉末から繊維、フィルム、スポンジを調製し、それらの諸性状を調べた結果をまとめている。

第1章では、湿式紡糸法によってケラチン - ポリビニルアルコール (PVA) 繊維を作製し、ケラチン含有率 30 %以下において羊毛より強度の高い繊維が得られること、約 200 °Cでの熱処理により耐水性が向上すること、さらに、PVA 繊維と比較してホルムアルデヒドや銀に対する吸着性が極めて高いことを示している。

第2章では、ケラチン粉末に水を添加後圧縮成型することで、強度に優れた均一透明なフィルムが得られることを示している。さらに、得られたフィルムが耐水性に優れていること、良好な細胞培養基質であることを明らかにしている。

第3章では、第2章の圧縮成型法を基にした NaCl を細孔の鋳型とする新規なスポンジ作製方法について述べている。尿素、NaCl、ケラチンの混合物を、尿素的融点以上の温度で圧縮成型した後、水中で尿素と NaCl を溶出することで NaCl 粒子径に等しい細孔を有するケラチンスポンジが得られることを明らかにしている。本方法はタンパク質スポンジの調製に汎用的に用いられる凍結乾燥法では不可能であった細孔径の制御を可能とし、有効な細胞足場用スポンジの作製方法を提供するものである。

以上のように、本論文の著者は豊富な天然資源である羊毛の主成分であるケラチンから、独自の手法により強度や耐水性に優れ細胞親和性などの特質を有する繊維、フィルム、多孔体スポンジを調製することに成功している。これらの成果は生体材料工学および再生医工学の発展に大いに寄与するものである。よって本論文の著者は博士 (工学) の学位を受けるに値するものと認める。